

18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 196 42 615 A 1

21 Aktenzeichen: 196 42 615.4  
22 Anmeldetag: 16. 10. 98  
43 Offenlegungstag: 24. 4. 97

61 Int. Cl.®:  
G 06 K 11/12  
G 08 F 3/02  
G 08 F 3/03  
H 01 C 10/10  
H 05 K 1/18  
H 05 K 1/02

DE 196 42 615 A 1 S. PTO  
10/075075  
02/13/02

30 Innere Priorität: 32 33 31  
20.10.95 DE 295165901

71 Anmelder:  
KWS Computersysteme GmbH, 76275 Ettlingen, DE

74 Vertreter:  
Liebelt, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 20095 Hamburg

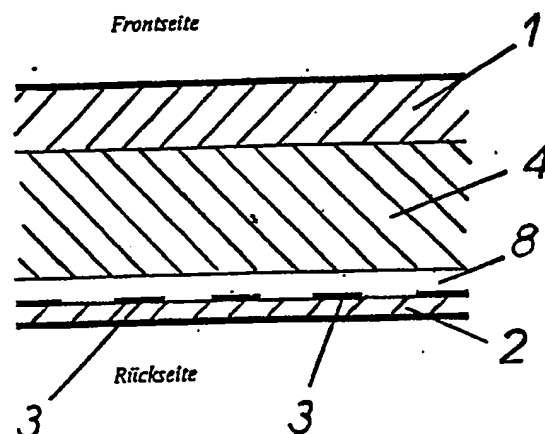
72 Erfinder:  
Kurtze, Gerald, Dr., 76275 Ettlingen, DE

BEST AVAILABLE COPY

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Eingabevorrichtung für Maschinensteuerungen

57 Bei einer Eingabevorrichtung für Maschinensteuerungen, die eine Leiterplatte 2 mit Sensorfeldern 3 umfaßt, erstreckt sich über die gesamte Leiterplatte 2 über den Sensorfeldern 3 eine Schicht 4 aus einem elektrisch leitfähigen flexiblen Werkstoff. Auf der Schicht 4 liegt eine vorzugeweise transparente Frontplatte 1, wobei ein Druck auf einen Bereich der Frontplatte Änderungen des elektrischen Widerstandes bei einer Vielzahl von Sensorfeldern 3 bewirkt.



DE 196 42 615 A 1

Die Erfindung betrifft eine Eingabevorrichtung für Maschinensteuerungen, die eine Leiterplatte mit Sensorfeldern umfaßt.

Für die Steuerung größerer Maschinen mit Hilfe einer grafischen Bedienungsfläche wird in der Regel eine Eingabetastatur verwendet, die zusammen mit einem Flachbildschirm in der Gerätefrontplatte integriert ist und eine begrenzte Anzahl von Tastenfunktionen zur Verfügung stellt (ca. 20 bis 80 Tasten). Neuere Bedienungsflächen, die sich an der üblichen Menü-Struktur orientieren, lassen sich damit jedoch nicht effizient bedienen, da eine geeignete Methode zur schnellen Auswahl von Menüpunkten oder Symbolen fehlt.

In Büro-Umgebung wird daher zusätzlich eine "Maus" als Eingabemedium verwendet, was sich jedoch in einer Maschinensteuerung aus Platz- und Zuverlässigkeitsgründen verbietet. Die industrietaugliche Variante der Maus, der Trackball, ist allenfalls eine kostspielige Notlösung.

Eine elegante Lösung des Problems ist der Touch Screen, bei dem Druck auf die Bildschirmfläche erkannt und ausgewertet wird. Je nach Funktionsprinzip des Touch Screens gibt es jedoch, bedingt durch die z. B. in Fertigungsbetrieben herrschenden rauen Umgebungsbedingungen, Schwierigkeiten mit der Haltbarkeit und/oder der Qualität des Bildes oder der Resistenz gegen Reinigungsmittel.

Aufgabe der Erfindung ist es nun, eine Eingabevorrichtung für Maschinensteuerungen zu schaffen, die gegen Staub und Spritzwasser, aber auch gegen Reinigungsmittel, Säuren oder Laugen sowie gegen Vibrationen, Temperatureinflüsse und raue Behandlung bis hin zu Sabotageversuchen unempfindlich bzw. geschützt ist.

Diese Aufgabe wird, ausgehend von einer Eingabevorrichtung der eingangs beschriebenen Art, dadurch gelöst, daß sich über die gesamte Leiterplatte über den Sensorfeldern eine Schicht aus einem elektrisch leitfähigen flexiblen Werkstoff, z. B. Schaumstoff, erstreckt, auf der eine vorzugsweise transparente Frontplatte aufliegt, wobei ein Druck auf einem Bereich der Frontplatte Änderungen des elektrischen Widerstandes bei einer Vielzahl von Sensoren bewirkt.

Die erfindungsgemäße Eingabevorrichtung weist keine Tasten oder sonstige separate Bedienelemente auf und kann somit in einem sehr robust ausgebildeten Gehäuse angeordnet werden. Um einen Steuerbefehl auszulösen, genügt vielmehr ein Druck, z. B. mit einem Finger, auf die Frontplatte, was zu einer geringfügigen elastischen Verformung dieser Platte und dies wiederum zu einer lokalen Kompression des elastischen Werkstoffes führt. Dieser drückt nun seinerseits verstärkt auf die Sensorfelder der Leiterplatte, was durch eine Messung des elektrischen Widerstandes am Sensor nachweisbar ist. Am Rand wird die Frontplatte zweckmäßigerweise beweglich gelagert, so daß auch in Randnähe ein Druck auf die Platte noch zu einer auswertbaren Verformung führt.

Zur Messung dient ein Analog/Digital-Wandler, und die Ansteuerung der Sensoren wie auch die Auswertung der Messung wird von einer (Signal-) Prozessorbaugruppe besorgt, die ebenfalls Bestandteil der erfindungsgemäßen Eingabevorrichtung ist, die über eine serielle oder parallele Schnittstelle an den Hauptrechner der Bedieneinheit angeschlossen wird.

Bei einer zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung können die Sensorfelder aus paarweise nebenein-

ander liegenden Leiterbahnen bestehen, die mäanderrförmig gefaltet sein können. Zu messende Größe ist der elektrische Widerstand zwischen den Leiterbahnpaaren. Die beobachtete druckabhängige Änderung dieses Widerstandes beruht auf der Tatsache, daß mit zunehmender Kompression des elastischen Werkstoffes ein elektrischer Kontakt zur Leiterbahn an immer mehr Stellen hergestellt wird und daß gleichzeitig der vom Strom durch den Werkstoff zurückzulegende Weg bis zur anderen Leiterbahn kürzer wird.

Bereits bei sehr geringem Druck sind deutliche Änderungen des Widerstandes an den Sensoren festzustellen. Ein kräftiger, aber nicht gewaltsamer Fingerdruck verringert den Meßwert von rund 5 M $\Omega$  im unbelasteten Zustand bis auf unter 1 k $\Omega$ .

Inhomogenitäten des Werkstoffes, Umwelteinflüsse und Alterungseffekte haben großen Einfluß auf den absolut zu messenden Widerstandswert. Wenn also als Kriterium für einen Tastendruck einer üblichen Eingabetastatur nur der Meßwert des Widerstandes herangezogen wird, dann ist ein vergleichsweise kräftiger Druck auf die Frontplatte der erfindungsgemäßen Vorrichtung erforderlich, um sicherzustellen, daß auch unter ungünstigen Bedingungen und nach Jahren des Betriebs keine Fehlfunktionen auftreten. Zur Vermeidung dieser negativen Einflüsse auf den zu messenden Widerstandswert hat es sich bei einer anderen Ausgestaltung der Erfindung bewährt, die Sensorfelder auf der Leiterplatte in Form einer Matrix anzuordnen.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist in der Leiterplatte sowie in der Werkstoffschicht eine Aussparung ausgebildet, in die ein Display z. B. in Form eines Flachbettbildschirmes eingesetzt ist, und um die Aussparung herum mindestens eine Reihe von Sensoren angeordnet. Bei dieser Ausgestaltung der Erfindung übernimmt das Display zusammen mit dem darüberliegenden Bereich der Frontplatte die Funktion eines Touch Screen, da ein Druck auf die Frontplatte in diesem Bereich mittels der um die Aussparung vorgesehenen Sensoren genau zu lokalisieren ist und somit der sich aus der Anzeige des Display ergebende Menü-Befehl erteilt werden kann. Mit dieser Ausgestaltung der Erfindung wird nicht nur eine kostengünstig zu fertigende sowie robuste, sondern auch eine sehr flexible und komfortable Eingabevorrichtung erhalten, die die Funktionen einer Eingabetastatur mit denen eines Touch Screen verbindet.

Sämtliche Sensoren sind unabhängig von ihrer tatsächlichen Lage auf der Leiterplatte verdrahtet in Form einer zweidimensionalen Matrix. Die Messung erfolgt, indem alle Elemente einer Spalte gleichzeitig mit einer Spannungsversorgung verbunden werden, so daß mit Hilfe eines Analog-/Digital-Wandlers mit entsprechend vielen Eingangskanälen die Widerstandswerte der besagten Spalten-Elemente gemessen werden können. Danach wird die Spannungsversorgung an die nächste Spalte angelegt und so fort. Die Sensorelemente der Eingabevorrichtung sollen mindestens zehnmal pro Sekunde gemessen werden.

Die Meßwerte werden nun im Speicher des Rechners in Form einer zweidimensionalen Tabelle abgelegt, die in ihrem Aufbau die Lage der Sensoren auf der Leiterplatte nachbildet. Das so entstandene Meßwertmuster wird nun Zeile für Zeile und Spalte für Spalte auf Veränderungen abgesucht. Sobald ein Meßwert signalisiert, daß ein Druck auf die Frontplatte stattgefunden haben könnte, wird untersucht, ob es sich um signifikantes Ereignis handelt und wo in diesem Fall das Maximum des

Drucks liegt.

Zu diesem Zweck werden in der Nähe des zu untersuchenden Punktes Kurveninterpolationen durchgerechnet, bei denen versucht wird, eine Kurve mit der Form einer umgekehrten Glocke an die Widerstands-Meßdaten anzupassen. Diese Interpolation wird in Zeilen- und Spaltenrichtung ausgeführt; bei Überschreiten einer definierbaren Signifikanzschwelle ergeben die Scheitelpunkte der gefundenen Glockenkurven nach Umrechnung den Ort des maximalen Drucks auf der Frontplatte.

Der nächste Berechnungsschritt führt über eine weitere Tabelle, in der festgelegt ist, welche Bereiche der Frontplatte als Tastenfelder definiert sind, welche Funktionen sie besitzen und welche Bereiche "verboten", d. h. ohne Funktion sind. Wenn eine gefundene Koordinate mit einem vordefinierten Tastenfeld übereinstimmt, wird dann über die Schnittstelle zum Hauptrechner der entsprechende Funktionscode gesandt, wie dies auch bei einer normalen Tastatur geschieht.

Das Verfahren führt trotz aller Störeinflüsse zu genauen Resultaten. Dies liegt vor allem daran, daß die Art der Verformung der Frontplatte und damit auch die Form der zu erwartenden Widerstands-Glockenkurve genau bekannt und überdies langfristig stabil ist. Das gilt auch dann, wenn die im Bereich des Displays die Leiterplatte großflächig ausgeschnitten werden muß: die Sensoren, die um den Rand des Ausschnitts herum angeordnet sind, geben genügend Informationen, um den Ort des Drucks im Fensterbereich präzise bestimmen zu können. Schon sehr geringer Druck ergibt auswertbare Ergebnisse, und auch Druck an mehreren Stellen kann zuverlässig als gleichzeitiger Druck auf mehrere "Tasten" identifiziert werden.

Wenn nicht die gesamte Fläche der Frontplatte in nutzbare Tastenfelder aufgeteilt werden soll, wie es aus ästhetischen Gründen meist der Fall sein wird, so muß durch zusätzliche Sensorfelder am Rand der Platte dafür Sorge getragen werden, daß ein Druck außerhalb der nutzbaren Tastenfläche auch als solcher, nämlich als nicht signifikantes Ereignis erkannt werden kann. Diese Aufgabe kann die den Rand der Frontplatte am nächsten liegende umlaufende Sensor-Reihe übernehmen.

Die Kombination einer großen Anzahl von Drucksensoren und eines rechnergestützten Auswertungsverfahrens mit Hilfe von Interpolationen in genauer Kenntnis der mechanischen Eigenschaften der Frontplatte bei der erfindungsgemäßen Eingabevorrichtung weist gegenüber herkömmlichen Industrie-Eingabesystemen zur Maschinensteuerung insbesondere folgende Vorteile auf:

- Die Position der "Tasten" (eines Druckpunktes auf der Frontplatte) ist nicht zwangsläufig mit der Position der Sensoren identisch. Es ist daher möglich, beliebige Tastatur-Layouts einfach durch Ändern der Frontplatten-Bedruckung und der Auswerte-Software zu erzeugen, während die Leiterplatte unverändert bleibt. Dies ermöglicht es, anwendungsspezifische Eingabesysteme bereits bei kleinsten Stückzahlen kostengünstig zu fertigen.
- In ihrer Funktion als Tastatur ist die als drucksensitive Element wirkende Frontplatte anderen Industrie-Eingabesystemen zumindest ebenbürtig. Es gibt keine Haltbarkeits-Einschränkungen wie bei Folientastaturen oder folienbedeckten Kurzhubtastaturen und keine Dichtungsprobleme wie bei Standardtastaturen. Die Frontplatte ist je nach

Ausführung uneingeschränkt spritz- und strahlwasserfest, temperaturstabil und langlebig und darüber hinaus weitgehend resistent gegen raue Behandlung und versuchte Sabotage.

— Die Frontplatte ist als reine Eingabetastatur von der Kostenseite her mit anderen Systemen (Folientastatur, Kurzhubtastatur) konkurrenzfähig. Darüber hinaus bietet sie jedoch die Funktion eines Touch Screens ohne zusätzliche Kosten.

— In ihrer Funktion als Touch Screen hat die Frontplatte deutliche Systemvorteile gegenüber anderen Lösungen:

Im Gegensatz zu foliengestützten resistiven oder kapazitiven Systemen ist sie kratzfest und behindert nicht die Betrachtung des Displays. Im Vergleich zu Infrarot-Systemen ist die Frontplatte leichter zu montieren, und es entstehen keine Kanten und Vorsprünge, die das Aussehen des Geräts beeinträchtigen und seine Reinigung erschweren.

— Die Frontplatte ist als Kombination von Touch Screen und anwendungsspezifischer Eingabetastatur das optimale Werkzeug für die Kommunikation zwischen Maschine und Bediener. Diese Kombination ist anderen Anordnungen wie z. B. Tastaturen oder Touch Screens allein oder auch Tastaturen in Verbindung mit Trackballs überlegen, da sie je nach Anwendung und Bedienungssoftware die schnellste, flexibelste und komfortabelste mögliche Maschinenbedienung gestattet.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird noch an Hand der Zeichnung beschrieben. Es stellen dar:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht durch die erfindungsgemäße Eingabevorrichtung,

Fig. 2 eine Draufsicht auf eine Leiterplatte einer erfindungsgemäßen Eingabevorrichtung,

Fig. 3 Schaltbild der Leiterplatte einer erfindungsgemäßen Eingabevorrichtung.

Die in einem nicht dargestellten Gehäuse angeordnete tastenlose Eingabevorrichtung für Maschinensteuerung umfaßt eine drucksensitive Frontplatte 1 aus einem transparenten Werkstoff, eine Leiterplatte 2 mit einer Vielzahl aufgedruckter Sensorfelder 3 sowie zwischen der Frontplatte 1 und der Leiterplatte 2 eine Schicht 4 aus einem elektrisch leitenden Werkstoff, vorzugsweise Schaumstoff. Diese Schicht 4 ist unter Bildung eines Luftspaltes 8 in einem geringen Abstand zur Leiterplatte 2 angeordnet. Die aus paarweise nebeneinander liegenden Leiterbahnen gebildeten Sensorfelder 3 sind in Form einer zweidimensionalen Matrix, wie es Fig. 3 zeigt, verdrahtet und über einen nicht gezeigten Analog/Digital-Wandler sowie eine Prozessorbaugruppe mit einem Rechner verbunden.

Sowohl in der Leiterplatte 2 als auch in der Schaumstoffschicht 4 ist eine Aussparung 5 ausgebildet, in die ein nicht dargestelltes Display eingesetzt ist. Um die Aussparung 5 herum sind auf der Leiterplatte 2 zwei Reihen 6 und 7 von Sensorfeldern 3 angeordnet.

Bei einem Druck mit einem Finger auf die drucksensitive Frontplatte 1 wird diese geringfügig verformt, wodurch die Schaumstoffschicht 4 mit den Sensorfeldern 3 und die Leiterplatte 2 in Berührung kommt und komprimiert wird, so daß sich der elektrische Widerstand zwischen den Leiterbahnen der Sensorfelder 3 ändert. Diese Widerstandsänderung wird nicht nur registriert, sondern in bezug auf die in "Befehlsbereiche" unterteilte Fläche der Frontplatte 1 auch lokalisiert und als Signal zur Maschinensteuerung eingesetzt. Bei dieser beschrie-

benen Ausgestaltung der tastenlosen Eingabevorrichtung kann die drucksensitive Frontplatte 1 — im Vergleich zu herkömmlichen Eingabevorrichtungen — in zwei Bereiche unterteilt werden, nämlich ein "Tastengebiet" über dem vollflächig mit Sensorfeldern 3 bestückten Bereich der Leiterplatte 2 und einen "Touch Screen" über der Aussparung 5 in der Leiterplatte 2.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellte und beschriebene Ausführungsform begrenzt. Sie schließt für den Fachmann geläufige Abwandlungen ein. So kann zum Beispiel der leitfähige Werkstoff eine mit einem leitfähigen Material beschichtete oder imprägnierte Folie sein. Bei Verwendung eines leitfähigen Werkstoffes mit großer Volumenleitfähigkeit ist für jeden Sensor bzw. für jedes Sensorfeld, mindestens jedoch für jede Spalte von Sensoren, ein eigenes leitfähiges Element auf der Folie vorgesehen, indem z. B. auf die Folie ein leitfähiges Muster aufgedruckt wird, das der Anordnung der Sensoren auf der Leiterplatte entspricht. Auf der nicht leitfähigen Rückseite dieser Folie kann noch eine dünne Schaumstoffauflage vorgesehen sein, um eine bessere Verteilung des auf die Frontplatte ausgeübten Druckes über die Folie zu erreichen.

10. Eingabevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Frontplatte (1) an ihrem Rand beweglich gelagert ist.

11. Eingabevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Leiterplatte (2) sowie in der Schicht (4) eine Aussparung (5) ausgebildet ist, in die ein Display eingesetzt ist, und daß um die Aussparung herum mindestens eine Reihe (6, 7) von Sensorfeldern (3) angeordnet ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

25

1. Eingabevorrichtung für Maschinensteuerungen, die eine Leiterplatte mit Sensorfeldern umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß sich über die gesamte Leiterplatte (2) über den Sensorfeldern (3) eine Schicht (4) aus einem elektrisch leitfähigen flexiblen Werkstoff erstreckt, auf der eine vorzugsweise transparente Frontplatte (1) aufliegt, wobei ein Druck auf einen Bereich der Frontplatte Änderungen des elektrischen Widerstandes bei einer Vielzahl von Sensorfeldern (3) bewirkt.

30

2. Eingabevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorfelder (3) der Leiterplatte (2) aus paarweise nebeneinanderliegenden Leiterbahnen bestehen.

40

3. Eingabevorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterbahnen mäanderförmig gefaltet sind.

4. Eingabevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorfelder (3) auf der Leiterplatte (2) in Form einer Matrix angeordnet sind.

45

5. Eingabevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren unabhängig von ihrer Lage auf der Leiterplatte (2) in Form einer zweidimensionalen Matrix verdrahtet sind.

50

6. Eingabevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der flexible elektrisch leitfähige Werkstoff der Schicht (4) ein Schaumstoff ist.

55

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der flexible elektrisch leitfähige Werkstoff der Schicht (4) eine mit einem leitfähigen Material beschichtete oder imprägnierte Folie ist.

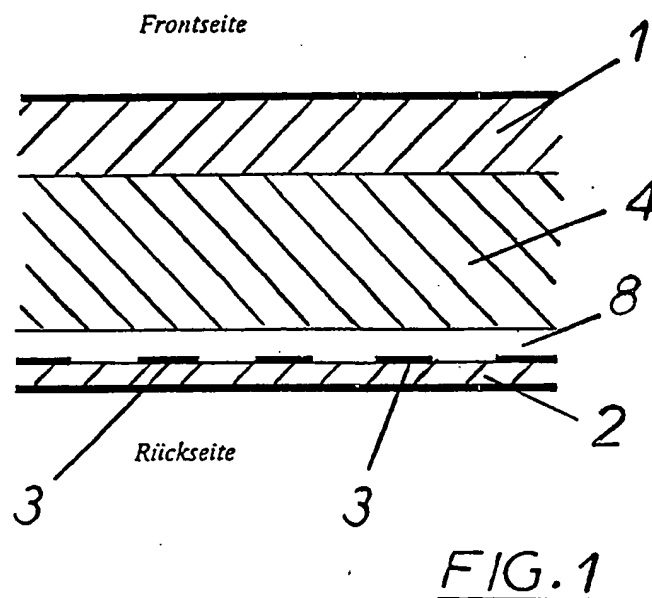
60

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das leitfähige Material auf der Folie in einem Muster aufgebracht ist, das der Anordnung der Sensoren (3) auf der Leiterplatte (2) entspricht.

65

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Rückseite der Folie eine dünne Schaumstoffauflage vorgesehen ist.

- Leerseite -



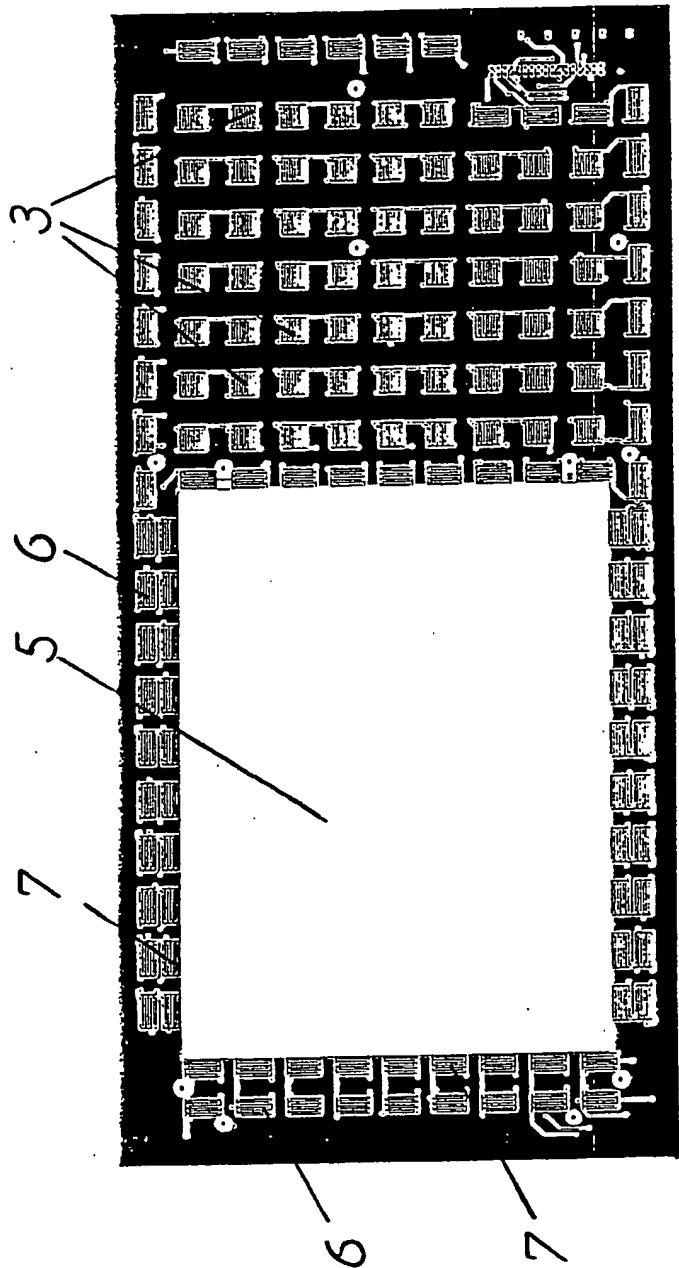


FIG. 2

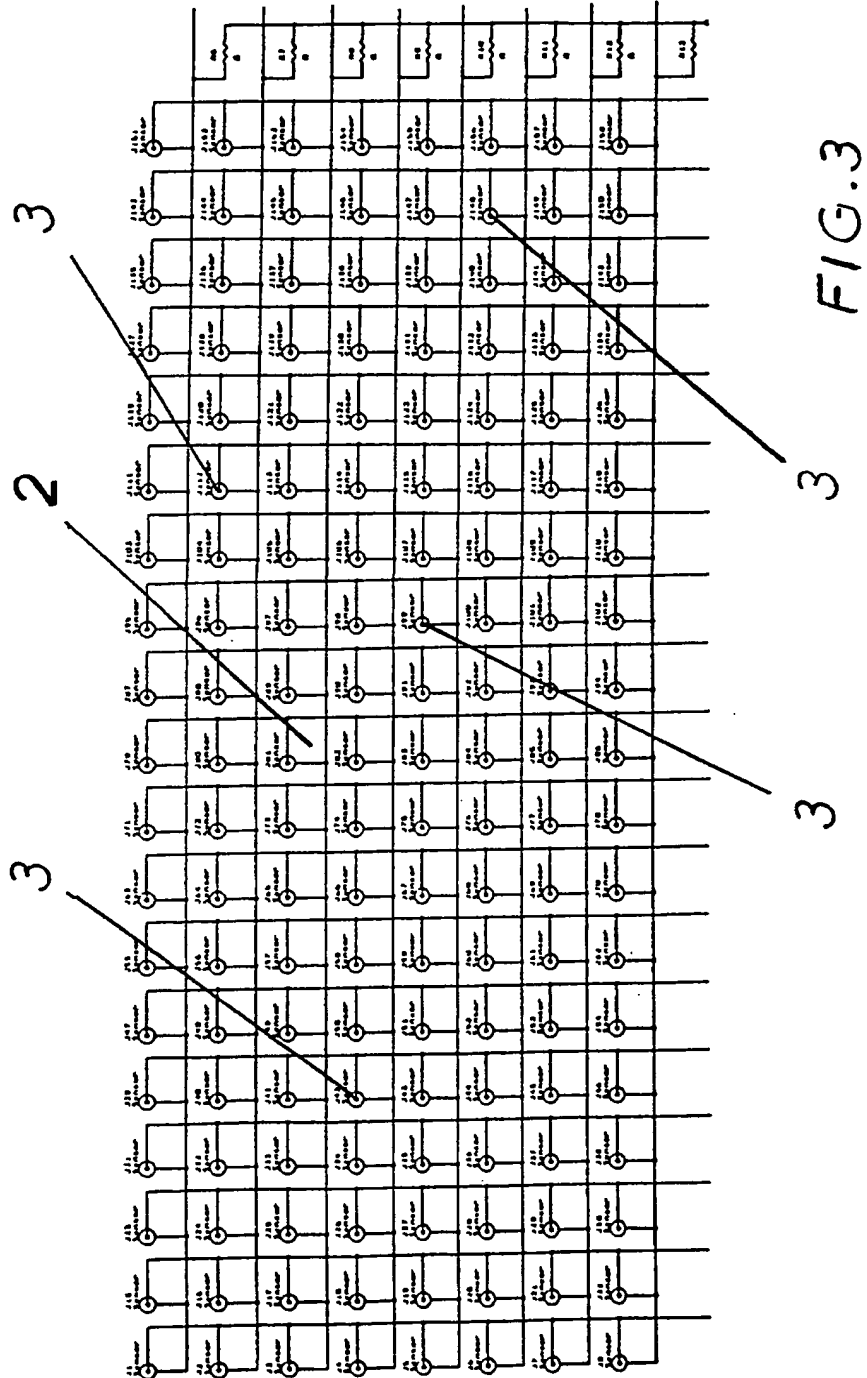


FIG. 3





①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 196 42 615 C 2**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 06 K 11/12**  
G 06 F 3/02  
G 06 F 3/03  
H 01 C 10/10  
H 05 K 1/16  
H 05 K 1/02

②① Aktenzeichen: 196 42 615.4-53  
②② Anmeldetag: 16. 10. 96  
④③ Offenlegungstag: 24. 4. 97  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 26. 8. 99

DE 196 42 615 C 2

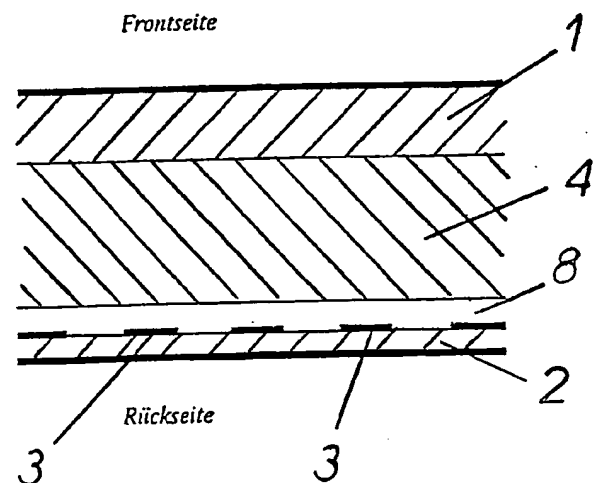
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑥⑥ Innere Priorität:  
295 16 590. 1 20. 10. 95  
  
⑦③ Patentinhaber:  
KWS Computersysteme GmbH, 76275 Ettlingen, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Liebelt, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 20095 Hamburg

⑦② Erfinder:  
Kurtze, Gerald, Dr., 76275 Ettlingen, DE  
  
⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 35 14 832 A1  
GB 20 77 508 A  
EP 06 09 021 A2  
HOLDERRIED, Thomas: Eingabetastatur mit Druck-  
sensoren. In: Design & Elektronik  
Nr. 9/23.4.1991, S. 108 + 110;

⑤④ Eingabevorrichtung für Maschinensteuerungen

⑤⑦ Eingabevorrichtung für Maschinensteuerungen, die eine Leiterplatte (2) mit Sensorfeldern (3) umfaßt, über die sich eine Schicht (4) aus einem elektrisch leitfähigen flexiblen Werkstoff erstreckt, auf der eine transparente Frontplatte (1) aufliegt, wobei ein Druck auf einen Bereich der Frontplatte Änderungen des elektrischen Widerstandes bei einer Vielzahl von Sensorfeldern (3) bewirkt, dadurch gekennzeichnet, daß in der Leiterplatte (2) sowie in der Schicht (4) eine Aussparung (5) ausgebildet ist, in die ein Display eingesetzt ist, und daß um die Aussparung herum mindestens eine Reihe (6, 7) von Sensorfeldern (3) derart angeordnet ist, daß ein Druck auf die Frontplatte (1) im Bereich der Aussparung (5) lokalisierbar ist.



DE 196 42 615 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Eingabevorrichtung für Maschinensteuerungen, die eine Leiterplatte mit Sensorfeldern umfaßt, über die sich eine Schicht aus einem elektrisch leitfähigen flexiblen Werkstoff erstreckt, auf der eine transparente Frontplatte aufliegt, wobei ein Druck auf einen Bereich der Frontplatte Änderungen des elektrischen Widerstandes bei einer Vielzahl von Sensorfeldern bewirkt. Eine solche Eingabevorrichtung ist beispielsweise aus der Veröffentlichung "Eingabetastatur mit Drucksensoren", Design & Elektronik 9, 23.4.1991, S. 108 und 110, bekannt.

Für die Steuerung größerer Maschinen mit Hilfe einer grafischen Bedienungsoberfläche wird in der Regel eine Eingabetastatur verwendet, die zusammen mit einem Flachbildschirm in der Gerätefrontplatte integriert ist und eine begrenzte Anzahl von Tastenfunktionen zur Verfügung stellt (ca. 20 bis 80 Tasten). Neuere Bedienungsoberflächen, die sich an der üblichen Menue-Struktur orientieren, lassen sich damit jedoch nicht effizient bedienen, da eine geeignete Methode zur schnellen Auswahl von Menüpunkten oder Symbolen fehlt.

In Büro-Umgebung wird daher zusätzlich eine "Maus" als Eingabemedium verwendet, was sich jedoch in einer Maschinensteuerung aus Platz- und Zuverlässigkeitsgründen verbietet. Die industrietaugliche Variante der Maus, der Trackball, ist allenfalls eine kostspielige Notlösung.

Eine elegante Lösung des Problems ist der Touch Screen, bei dem ein Druck auf die Bildschirmfläche erkannt und ausgewertet wird. Je nach Funktionsprinzip des Touch Screens gibt es jedoch, bedingt durch die z. B. in Fertigungsbetrieben herrschenden rauen Umgebungsbedingungen, Schwierigkeiten mit der Haltbarkeit und/oder der Qualität des Bildes oder der Resistenz gegen Reinigungsmittel.

Es ist aus der eingangs genannten Veröffentlichung bekannt, unterhalb einer Bedienungsoberfläche eine Vielzahl von Sensoren anzuordnen, die eine Positionsbestimmung des Druckpunktes auf dieser Oberfläche ermöglichen. Allerdings ist die Verwendung einer solchen Anordnung als Touch-Screen, bei dem sich unterhalb der Bedienungsoberfläche im Bereich des Bildschirms keine Sensoren befinden, nicht möglich.

Die EP 0 609 021 A2 beschreibt eine als Touch-Tablet ausgebildete Eingabevorrichtung für Computer. Der Druckpunkt wird durch eine Änderung der Kapazität der unter der Bedienungsoberfläche angeordneten Sensoren ermittelt. Auch hier befinden sich unter der gesamten Bedienfläche entsprechende Sensoren.

Die GB 2 077 508 A offenbart ebenfalls eine als Touch-Tablet ausgebildete Eingabeeinrichtung. Bei dieser Einrichtung sind ebenfalls unter der Bedienungsoberfläche Sensoren angeordnet, die ein entsprechendes Signal nur bei Druck in unmittelbarer Nähe der Sensoren ermöglichen.

Diese bekannten Eingabeeinrichtungen bzw. deren Aufbau können nicht als Touch-Screen-Eingabeeinheit eingesetzt werden.

Aus der DE 35 14 832 A1 ist noch eine mit einer starren Scheibe ausgestattete Eingabeeinrichtung bekannt, die an mindestens drei Stellen gelagert ist. Diese Lager sind als elektrische Kraftwandler ausgebildete Kraftsensoren, so daß anhand der durch einen Druck auf die Scheibe erzeugten Signale der Druckpunkt ermittelt werden kann. Für hinreichend genaue Ergebnisse ist es hier erforderlich, äußerst genaue Sensoren einzusetzen. Eine Verwendung der vorbekannten empfindlichen Eingabevorrichtung unter den gegebenen rauen Betriebsbedingungen einer Steuerung für Maschinen, deren Vibrationen bereits die Kraftsensoren beeinflussen, ist nicht ohne weiteres möglich.

Aufgabe der Erfindung ist es nun, ausgehend von einer Vorrichtung der eingangs geschilderten Art, eine Eingabevorrichtung für Maschinensteuerungen zu schaffen, die eine Touch-Screen-Oberfläche aufweist und gegen Staub und Spritzwasser, aber auch gegen Reinigungsmittel, Säuren oder Laugen sowie gegen Vibrationen, Temperatureinflüsse und rauhe Behandlung bis hin zu Sabotageversuchen unempfindlich bzw. geschützt ist.

Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß in der Leiterplatte sowie in der Schicht eine Aussparung ausgebildet ist, in die ein Display eingesetzt ist, und daß um die Aussparung herum mindestens eine Reihe von Sensorfeldern derart angeordnet ist, daß ein Druck auf die Frontplatte im Bereich der Aussparung lokalisierbar ist.

Bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung einer Eingabevorrichtung übernimmt das Display, das als Flachbettbildschirm ausgebildet sein kann, zusammen mit dem darüber liegenden Bereich der Frontplatte die Funktion eines Touch-Screens, da ein Druck auf die Frontplatte in diesem Bereich mittels der um die Aussparung vorgesehenen Sensoren genau zu lokalisieren ist und somit der sich aus der Anzeige des Displays ergebende Menue-Befehl erteilt werden kann. Hiermit wird nicht nur eine kostengünstig zu fertigende sowie robuste, sondern auch eine sehr flexible und komfortable Eingabevorrichtung geschaffen, die die Funktionen einer Eingabetastatur mit denen eines Touch-Screens verbindet.

Die erfindungsgemäße Eingabevorrichtung weist keine Tasten oder sonstige separate Bedienungselemente auf und kann somit in einem sehr robust ausgebildeten Gehäuse angeordnet werden. Um einen Steuerbefehl auszulösen, genügt vielmehr ein Druck, z. B. mit einem Finger, auf die Frontplatte, was zu einer geringfügigen elastischen Verformung dieser Platte und dies wiederum zu einer lokalen Kompression des elastischen Werkstoffes führt. Dieser drückt nun seinerseits verstärkt auf die Sensorfelder der Leiterplatte, was durch eine Messung des elektrischen Widerstandes am Sensor nachweisbar ist. Am Rand wird die Frontplatte zweckmäßigerweise beweglich gelagert, so daß auch in Randnähe ein Druck auf die Platte noch zu einer auswertbaren Verformung führt.

Zur Messung dient ein Analog/Digital-Wandler, und die Ansteuerung der Sensoren wie auch die Auswertung der Messung wird von einer (Signal-) Prozessorbaugruppe besorgt, die ebenfalls Bestandteil der erfindungsgemäßen Eingabevorrichtung ist, die über eine serielle oder parallele Schnittstelle an den Hauptrechner der Bedieneinheit angeschlossen wird.

Bei einer zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung können die Sensorfelder aus paarweise nebeneinander liegenden Leiterbahnen bestehen. Zu messende Größe ist der elektrische Widerstand zwischen den Leiterbahnpaaren. Die beobachtete druckabhängige Änderung dieses Widerstandes beruht auf der Tatsache, daß mit zunehmender Kompression des elastischen Werkstoffes ein elektrischer Kontakt zur Leiterbahn an immer mehr Stellen hergestellt wird und daß gleichzeitig der vom Strom durch den Werkstoff zurückzulegende Weg bis zur anderen Leiterbahn kürzer wird.

Bereits bei sehr geringem Druck sind deutliche Änderungen des Widerstandes an den Sensoren festzustellen. Ein kräftiger, aber nicht gewaltsamer Fingerdruck verringert den Meßwert von rund 5 M $\Omega$  im unbelasteten Zustand bis auf unter 1 k $\Omega$ .

Inhomogenitäten des Werkstoffes, Umwelteinflüsse und Alterungseffekte haben großen Einfluß auf den absolut zu messenden Widerstandswert. Wenn also als Kriterium für einen Tastendruck einer üblichen Eingabetastatur nur der Meßwert des Widerstands herangezogen wird, dann ist ein

vergleichsweise kräftiger Druck auf die Frontplatte der erfindungsgemäßen Vorrichtung erforderlich, um sicherzustellen, daß auch unter ungünstigen Bedingungen und nach Jahren des Betriebs keine Fehlfunktionen auftreten. Zur Vermeidung dieser negativen Einflüsse auf des zu messenden Widerstandswert hat es sich bei einer anderen Ausgestaltung der Erfindung bewährt, die Sensorfelder auf der Leiterplatte in Form einer Matrix anzuordnen.

Sämtliche Sensoren sind unabhängig von ihrer tatsächlichen Lage auf der Leiterplatte verdrahtet in Form einer zweidimensionalen Matrix. Die Messung erfolgt, indem alle Elemente einer Spalte gleichzeitig mit einer Spannungsversorgung verbunden werden, so daß mit Hilfe eines Analog-Digital-Wandlers mit entsprechend vielen Eingangskanälen die Widerstandswerte der besagten Spalten-Elemente gemessen werden können. Danach wird die Spannungsversorgung an die nächste Spalte angelegt und so fort. Die Sensorelemente der Eingabevorrichtung sollen mindestens zehnmal pro Sekunde gemessen werden.

Die Meßwerte werden nun im Speicher des Rechners in Form einer zweidimensionalen Tabelle abgelegt, die in ihrem Aufbau die Lage der Sensoren auf der Leiterplatte nachbildet. Das so entstandene Meßwertmuster wird nun Zeile für Zeile und Spalte für Spalte auf Veränderungen abgesehen. Sobald ein Meßwert signalisiert, daß ein Druck auf die Frontplatte stattgefunden haben könnte, wird untersucht, ob es sich um ein signifikantes Ereignis handelt und wo in diesem Fall das Maximum des Drucks liegt.

Zu diesem Zweck werden in der Nähe des zu untersuchenden Punktes Kurveninterpolationen durchgerechnet, bei denen versucht wird, eine Kurve mit der Form einer umgekehrten Glocke an die Widerstands-Meßdaten anzupassen. Diese Interpolation wird in Zeilen- und Spaltenrichtung ausgeführt; bei Überschreiten einer definierbaren Signifikanzschwelle ergeben die Scheitelpunkte der gefundenen Glockenkurven nach Umrechnung den Ort des maximalen Drucks auf der Frontplatte.

Der nächste Berechnungsschritt führt über eine weitere Tabelle, in der festgelegt ist, welche Bereiche der Frontplatte als Tastenfelder definiert sind, welche Funktionen sie besitzen und welche Bereiche "verboten", d. h. ohne Funktion sind. Wenn eine gefundene Koordinate mit einem vordefinierten Tastenfeld übereinstimmt, wird dann über die Schnittstelle zum Hauptrechner der entsprechende Funktionscode gesandt, wie dies auch bei einer normalen Tastatur geschieht.

Das Verfahren führt trotz aller Störeinflüsse zu genauen Resultaten. Dies liegt vor allem daran, daß die Art der Verformung der Frontplatte und damit auch die Form der zu erwartenden Widerstands-Glockenkurve genau bekannt und überdies langfristig stabil ist. Das gilt auch dann, wenn wie im Bereich des Displays die Leiterplatte großflächig geschnitten werden muß: die Sensoren, die um den Rand des Ausschnitts herum angeordnet sind, geben genügend Informationen, um den Ort des Drucks im Fensterbereich präzise bestimmen zu können. Schon sehr geringer Druck ergibt auswertbare Ergebnisse, und auch Druck an mehreren Stellen kann zuverlässig als gleichzeitiger Druck auf mehrere "Tasten" identifiziert werden.

Wenn nicht die gesamte Fläche der Frontplatte in nutzbare Tastenfelder aufgeteilt werden soll, wie es aus ästhetischen Gründen meist der Fall sein wird, so muß durch zusätzliche Sensorfelder am Rand der Platte dafür Sorge getragen werden, daß ein Druck außerhalb der nutzbaren Tastenfläche auch als solcher, nämlich als nicht signifikantes Ereignis erkannt werden kann. Diese Aufgabe kann die dem Rand der Frontplatte am nächsten liegende umlaufende Sensor-Reihe übernehmen.

Die Kombination einer großen Anzahl von Drucksensoren und eines rechnergestützten Auswertungsverfahrens mit Hilfe von Interpolationen in genauer Kenntnis der mechanischen Eigenschaften der Frontplatte bei der erfindungsgemäßen Eingabevorrichtung weist gegenüber herkömmlichen Industrie-Eingabesystemen zur Maschinensteuerung insbesondere folgende Vorteile auf:

- Die Position der "Tasten" (eines Druckpunktes auf der Frontplatte) ist nicht zwangsläufig mit der Position der Sensoren identisch. Es ist daher möglich, beliebige Tastatur-Layouts einfach durch Ändern der Frontplatten-Bedruckung und der Auswerte-Software zu erzeugen, während die Leiterplatte unverändert bleibt. Dies ermöglicht es, anwendungsspezifische Eingabesysteme bereits bei kleinsten Stückzahlen kostengünstig zu fertigen.

- In ihrer Funktion als Tastatur ist die als drucksensitive Element wirkende Frontplatte anderen Industrie-Eingabesystemen zumindest ebenbürtig. Es gibt keine Haltbarkeits-Einschränkungen wie bei Folientastaturen oder folienbedeckten Kurzhubtastaturen und keine Dichtungsprobleme wie bei Standardtastaturen. Die Frontplatte ist je nach Ausführung uneingeschränkt spritz- oder strahlwasserfest, temperaturstabil und langlebig und darüber hinaus weitgehend resistent gegen raue Behandlung und versuchte Sabotage.

- Die Frontplatte ist als reine Eingabetastatur von der Kostenseite her mit anderen Systemen (Folientastatur, Kurzhubtastatur) konkurrenzfähig. Darüber hinaus bietet sie jedoch die Funktion eines Touch Screens ohne zusätzliche Kosten.

- In ihrer Funktion als Touch Screen hat die Frontplatte deutliche Systemvorteile gegenüber anderen Lösungen: Im Gegensatz zu foliengestützten resistiven oder kapazitiven Systemen ist sie kratzfest und behindert nicht die Betrachtung des Displays. Im Vergleich zu Infrarot-Systemen ist die Frontplatte leichter zu montieren, und es entstehen keine Kanten und Vorsprünge, die das Aussehen des Geräts beeinträchtigen und seine Reinigung erschweren.

- Die Frontplatte ist als Kombination von Touch Screen und anwendungsspezifischer Eingabetastatur das optimale Werkzeug für die Kommunikation zwischen Maschine und Bediener. Diese Kombination ist anderen Anordnungen wie z. B. Tastaturen oder Touch Screens allein oder auch Tastaturen in Verbindung mit Trackballs überlegen, da sie je nach Anwendung und Bedienungssoftware die schnellste, flexibelste und komfortabelste mögliche Maschinenbedienung gestattet.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird noch an Hand der Zeichnung beschrieben. Es stellen dar:

Fig. 1: Eine schematische Schnittansicht durch die erfindungsgemäße Eingabevorrichtung.

Fig. 2: Eine Draufsicht auf eine Leiterplatte einer erfindungsgemäßen Eingabevorrichtung.

Fig. 3: Schaltbild der Leiterplatte einer erfindungsgemäßen Eingabevorrichtung.

Die in einem nicht dargestellten Gehäuse angeordnete tastenlose Eingabevorrichtung für Maschinensteuerungen umfaßt eine drucksensitive Frontplatte 1 aus einem transparenten Werkstoff, eine Leiterplatte 2 mit einer Vielzahl aufgedruckter Sensorfelder 3 sowie zwischen der Frontplatte 1 und der Leiterplatte 2 eine Schicht 4 aus einem elektrisch leitfähigen Werkstoff, vorzugsweise Schaumstoff. Diese Schicht 4 ist unter Bildung eines Luftspaltes 8 in einem ge-

ringen Abstand zur Leiterplatte 2 angeordnet. Die aus paarweise nebeneinander liegenden Leiterbahnen gebildeten Sensorfelder 3 sind in Form einer zweidimensionalen Matrix, wie es Fig. 3 zeigt, verdrahtet und über einen nicht gezeigten Analog/Digital-Wandler sowie eine Prozessorbaugruppe mit einem Rechner verbunden.

Sowohl in der Leiterplatte 2 als auch in der Schaumstoffschicht 4 ist eine Aussparung 5 ausgebildet, in die ein nicht dargestelltes Display eingesetzt ist. Um die Aussparung 5 herum sind auf der Leiterplatte 2 zwei Reihen 6 und 7 von Sensorfeldern 3 angeordnet.

Bei einem Druck mit einem Finger auf die drucksensitive Frontplatte 1 wird diese geringfügig verformt, wodurch die Schaumstoffschicht 4 mit den Sensorfeldern 3 und der Leiterplatte 2 in Berührung kommt und komprimiert wird, so daß sich der elektrische Widerstand zwischen den Leiterbahnen der Sensorfelder 3 ändert. Diese Widerstandsänderung wird nicht nur registriert, sondern in bezug auf die in "Befehlsbereiche" unterteilte Fläche der Frontplatte 1 auch lokalisiert und als Signal zur Maschinensteuerung eingesetzt. Bei dieser beschriebenen Ausgestaltung der tastenlosen Eingabevorrichtung kann die drucksensitive Frontplatte 1 – im Vergleich zu herkömmlichen Eingabevorrichtungen – in zwei Bereiche unterteilt werden, nämlich ein "Tastenfeld" über dem vollflächig mit Sensorfeldern 3 bestückten Bereich der Leiterplatte 2 und einen "Touch Screen" über der Aussparung 5 in der Leiterplatte 2.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellte und beschriebene Ausführungsform begrenzt. Sie schließt für den Fachmann geläufige Abwandlungen ein. So kann zum Beispiel der leitfähige Werkstoff eine mit einem leitfähigen Material beschichtete oder imprägnierte Folie sein. Bei Verwendung eines leitfähigen Werkstoffes mit großer Volumenleitfähigkeit ist für jeden Sensor bzw. für jedes Sensorfeld, mindestens jedoch für jede Spalte von Sensoren, ein eigenes leitfähiges Element auf der Folie vorgesehen, indem z. B. auf die Folie ein leitfähiges Muster aufgedruckt wird, das der Anordnung der Sensoren auf der Leiterplatte entspricht. Auf der nicht leitfähigen Rückseite dieser Folie kann noch eine dünne Schaumstofflage vorgesehen sein, um eine bessere Verteilung des auf die Frontplatte ausgeübten Druckes über die Folie zu erreichen.

#### Patentansprüche

1. Eingabevorrichtung für Maschinensteuerungen, die eine Leiterplatte (2) mit Sensorfeldern (3) umfaßt, über die sich eine Schicht (4) aus einem elektrisch leitfähigen flexiblen Werkstoff erstreckt, auf der eine transparente Frontplatte (1) aufliegt, wobei ein Druck auf einen Bereich der Frontplatte Änderungen des elektrischen Widerstandes bei einer Vielzahl von Sensorfeldern (3) bewirkt, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Leiterplatte (2) sowie in der Schicht (4) eine Aussparung (5) ausgebildet ist, in die ein Display eingesetzt ist, und daß um die Aussparung herum mindestens eine Reihe (6, 7) von Sensorfeldern (3) derart angeordnet ist, daß ein Druck auf die Frontplatte (1) im Bereich der Aussparung (5) lokalisierbar ist.
2. Eingabevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Display ein Flachbettbildschirm ist.
3. Eingabevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorfelder (3) der Leiterplatte (2) aus paarweise nebeneinander liegenden Leiterbahnen bestehen.
4. Eingabevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sen-

sorfelder (3) auf der Leiterplatte (2) in Form einer Matrix angeordnet sind.

5. Eingabevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorfelder (3) unabhängig von ihrer Lage auf der Leiterplatte (2) in Form einer zweidimensionalen Matrix verdrahtet sind.

6. Eingabevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der flexible elektrisch leitfähige Werkstoff der Schicht (4) ein Schaumstoff ist.

7. Eingabevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der flexible elektrisch leitfähige Werkstoff der Schicht (4) eine mit einem leitfähigen Material beschichtete oder imprägnierte Folie ist.

8. Eingabevorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das leitfähige Material auf der Folie in einem Muster aufgebracht ist, das der Anordnung der Sensorfelder (3) auf der Leiterplatte (2) entspricht.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Rückseite der Folie eine dünne Schaumstofflage vorgesehen ist.

10. Eingabevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Frontplatte (1) an ihrem Rand beweglich gelagert ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

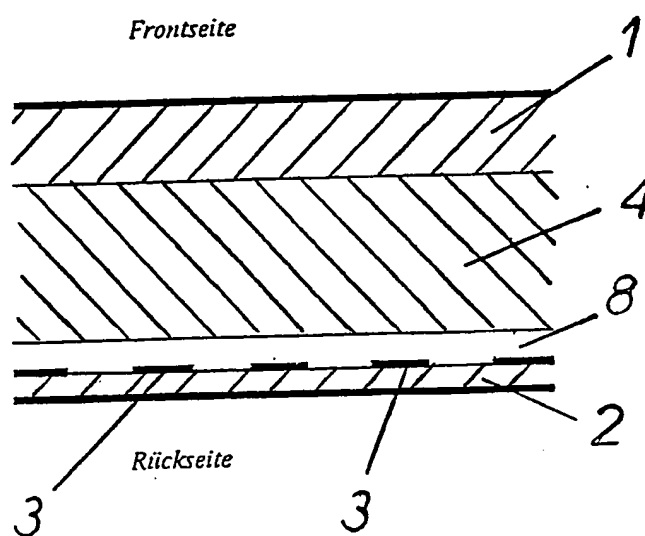


FIG. 1

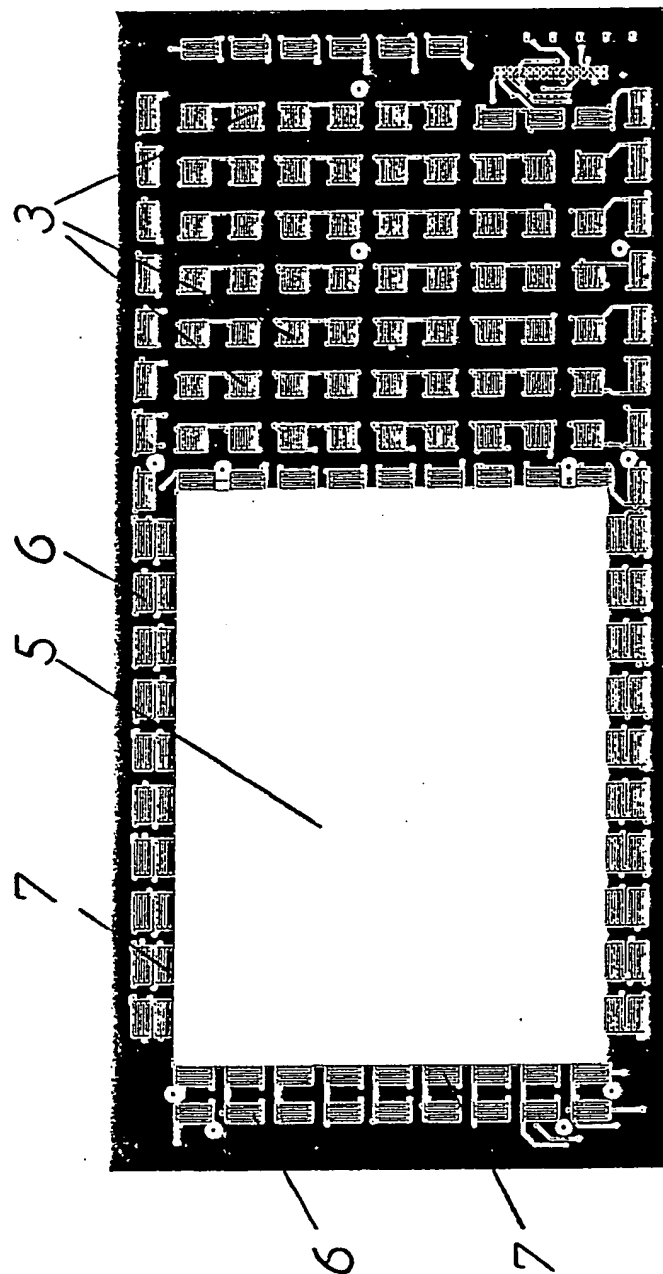


FIG. 2

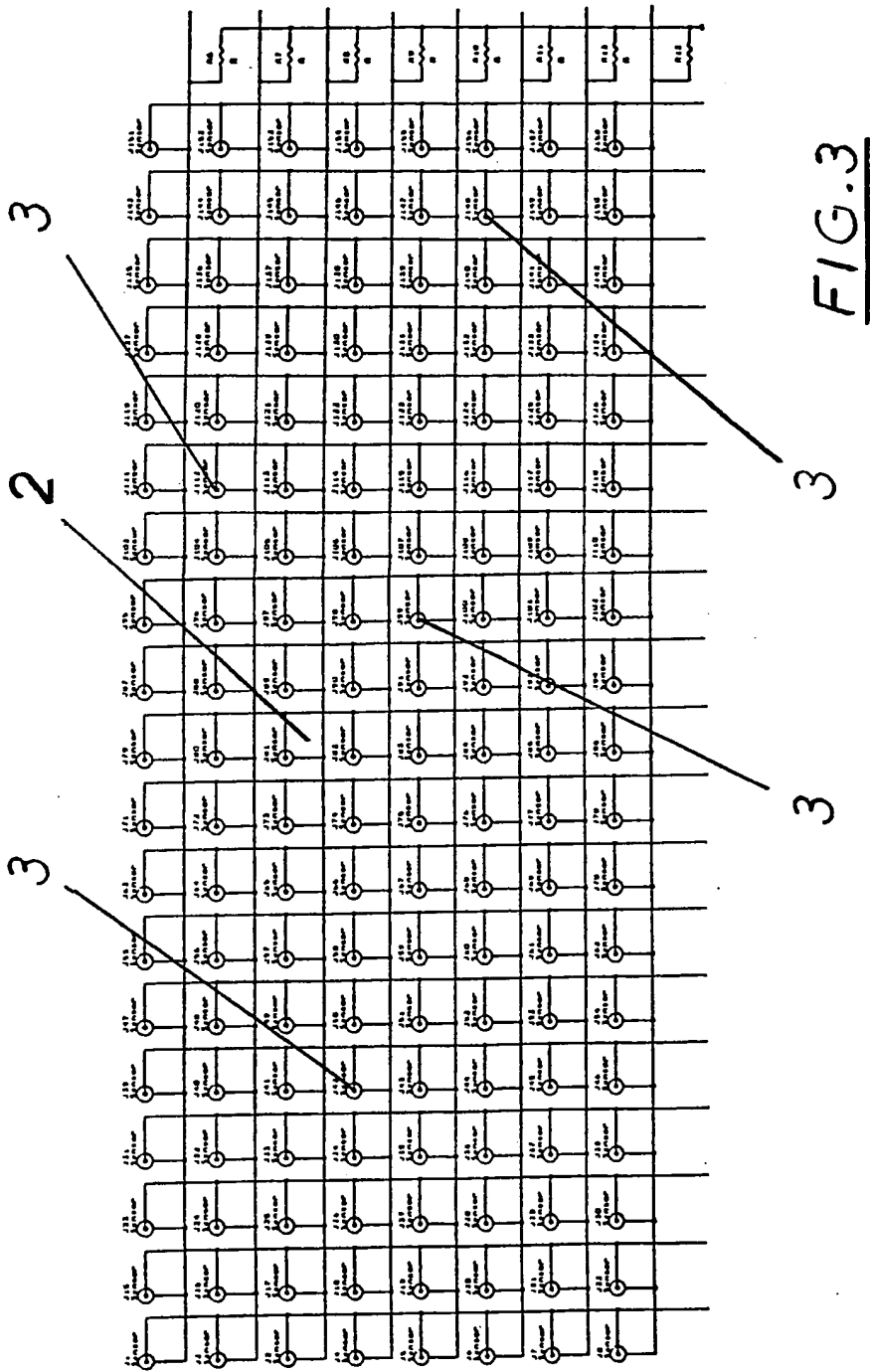


FIG. 3



Input device for machine control systems



Input device for machine control systems which comprises a printed-circuit board (2) with sensor zones (3), over which there extends a layer (4) of an electrically conductive flexible material on which a transparent front plate (1) rests, in which arrangement a pressure acting on a region of the front plate causes changes in the electrical resistance of a multiplicity of sensor zones (3), characterized in that a clearance (5) in which a display is fitted is formed in the printed-circuit board (2) and in the layer (4), and in that at least one row (6, 7) of sensor zones (3) is arranged around the clearance in such a way that a pressure on the front plate (1) can be localized in the region of the clearance (5).

## Description

The invention relates to an input device for machine control systems which comprises a printed-circuit board with sensor zones, over which there extends a layer of an electrically conductive flexible material on which a transparent front plate rests, in which arrangement a pressure acting on a region of the front plate causes changes in the electrical resistance of a multiplicity of sensor zones. Such an input device is known, for example, from the publication "Eingabetastatur mit Drucksensoren" [input keyboard with pressure sensors], Design & Elektronik 9, 4.23.1991, pages 108 and 110.

For controlling relatively large machines with the aid of a graphic user interface, generally an input keyboard which is integrated together with a flat screen in the front plate of the device and provides a limited number of key functions (about 20 to 80 keys) is used. More recent user interfaces, which are based on the customary menu structure, consequently cannot be efficiently operated, since there is no suitable method for quickly selecting menu items or icons.

In the office environment, therefore, a "mouse" is additionally used as an input medium, but is ruled out

in a machine control system for reasons of space and reliability. The industrially suitable variant of the mouse, the track ball, is at best an expensive emergency option.

An elegant solution to the problem is the touch screen, in which pressure on the screen surface is detected and evaluated. However, depending on the functional principle of the touch screen, the harsh ambient conditions prevailing for example in production plants cause difficulties with the durability and/or quality of the screen or resistance to cleaning agents.

It is known from the publication cited at the beginning to arrange beneath the user interface a multiplicity of sensors, which permit a positional determination of the pressure point on this surface. However, it is not possible for such an arrangement to be used as a touch screen, in which there are no sensors beneath the user interface in the region of the screen.

EP 0 609 021 A2 describes an input device for computers designed as a touch panel. The pressure point is determined by a change in the capacitance of the sensors arranged beneath the user interface. Here,

too, there are corresponding sensors beneath the entire operating area.

GB 2 077 508 A likewise discloses an input device designed as a touch panel. In the case of this device, sensors which permit a corresponding signal only when there is pressure in the direct vicinity of the sensors are likewise arranged beneath the user interface.

These known input devices and their construction cannot be used as a touch screen input unit.

DE 35 14 832 A1 also discloses an input device which is provided with a rigid panel which is mounted at at least three points. These bearings are force sensors designed as electrical force transducers, with the result that the pressure point can be determined on the basis of the signals generated by a pressure applied to the panel. For sufficiently accurate results, here it is necessary to use extremely accurate sensors. It is not readily possible for the known sensitive input device to be used under the given harsh operating conditions of a control system for machines, in which the vibrations of the machines alone influence the force sensors.

It is consequently the object of the invention to provide on the basis of a device of the type described at the beginning an input device for machine control systems which has a touch screen interface and is insensitive to or protected against dust and splash water, but also cleaning agents, acids or alkalis as well as vibrations, temperature influences and rough treatment, including attempted sabotage.

The object is achieved according to the invention by a clearance in which a display is fitted being formed in the printed-circuit board and in the layer, and by at least one row of sensor zones being arranged around the clearance in such a way that a pressure on the front plate can be localized in the region of the clearance.

In the configuration of an input device according to the invention, the display, which may be designed as a flatbed screen, performs the function of a touch screen together with the region of the front plate lying over it, since a pressure on the front plate can be accurately localized in this region by means of the sensors provided around the clearance, and consequently the menu command resulting from the indication of the

display can be issued. This provides an input device which is not only inexpensive to produce and robust but also very flexible and convenient, combining the functions of an input keyboard with those of a touch screen.

The input device according to the invention has no keys or other separate operating elements and can consequently be arranged in a housing of a very robust design. To initiate a control command, it is sufficient, in fact, to apply pressure, for example with a finger, to the front plate, which leads to a slight elastic deformation of this plate, and this in turn leads to a local compression of the flexible material. This then, for its part, presses more intensely onto the sensor zones of the printed-circuit board, which can be verified by measuring the electrical resistance at the sensor. At the edge, the front plate is expediently movably mounted, so that even pressure on the plate in the vicinity of the edges leads to a deformation which can be evaluated.

An analog/digital converter serves for the measurement, and the activation of the sensors and evaluation of the measurement are carried out by a (signal) processor

module, which is likewise a component part of the input device according to the invention, which is connected via a serial or parallel interface to the main computer of the operator control unit.

In an expedient development of the invention, the sensor zones may comprise conductor tracks lying in pairs next to one another. The variable to be measured is the electrical resistance between the pairs of conductor tracks. The observed pressure-dependent change in this resistance is based on the fact that electrical contact with respect to the conductor track is established at more and more points as the compression of the flexible material increases and that, at the same time, the path to be covered by the current through the material to the other conductor track becomes shorter.

Even when there is very little pressure, clear changes in the resistance can be ascertained at the sensors. A strong, but not violent pressure applied with a finger reduces the measured value from around 5 M $\Omega$  in the unloaded state to less than 1 k $\Omega$ .

Inhomogeneities of the material, environmental influences and aging effects have a great influence on the resistance value to be measured in absolute terms. Consequently, if only the measured value of the resistance is used as a criterion for pressure applied to a key of a customary keyboard, a comparatively stronger pressure is required on the front plate of the device according to the invention to ensure that no malfunctions occur even under unfavorable conditions and after years of operation. To avoid these adverse influences on the resistance value to be measured, it has been found to be successful in another configuration of the invention to arrange the sensor zones on the printed-circuit board in the form of a matrix.

All the sensors are wired independently of their actual position on the printed-circuit board in the form of a two-dimensional matrix. The measurement takes place by all the elements of one column being connected simultaneously to a voltage supply, so that the resistance values of said column elements can be measured with the aid of an analog/digital converter with a corresponding number of input channels. After that, the voltage supply is connected to the next



column, and so on. The sensor elements of the input device must be measured at least ten times per second.

The measured values are then stored in the memory of the computer in the form of a two-dimensional table, which reproduces in its structure the position of the sensors on the printed-circuit board. The resultant pattern of measured values is then searched line by line and column by column for changes. As soon as a measured value signals that a pressure might have been applied to the front plate, it is investigated whether a significant event is concerned and, in this case, where the maximum pressure lies.

For this purpose, curve interpolations are calculated in the vicinity of the point to be investigated, it being attempted to fit a curve with the shape of an inverted bell to the measured resistance data. This interpolation is carried out in the direction of the rows and columns; if a definable significant threshold is exceeded, the vertex points of the bell curves found give the location of the maximum pressure on the front plate, after conversion.

The next calculation step uses a further table, in which it is fixed which regions of the front plate are defined as key zones, which functions they have and which areas are "prohibited", i.e. without any function. If a found coordinate coincides with a predefined key zone, the corresponding function code is sent via the interface to the main computer, in the same way as also takes place in the case of a normal keyboard.

The method leads to accurate results in spite of all the disturbing influences. The main reason for this is that the type of deformation of the front plate, and consequently also the shape of a likely resistance bell curve is precisely known and, moreover, is stable on a long-term basis. This also applies if, as in the region of the display, the printed-circuit board has to be cut out over a large area: the sensors which are arranged around the edge of the cutout provide enough information to allow the location of the pressure in the window area to be precisely determined. Even very slight pressure produces evaluable results, and even pressure at a number of locations can be reliably identified as simultaneous pressure at a number of "keys".

If the entire area of the front plate is not to be divided into usable key zones, as is usually the case for esthetic reasons, it must be ensured by additional sensor zones at the edge of the plate that pressure outside the usable key area can also be detected as such, that is as a non-significant event. This task may be performed by the peripheral row of sensors closest to the edge of the front plate.

The combination of a large number of pressure sensors and a computer-aided evaluation method with the aid of interpolations with precise knowledge of the mechanical properties of the front plate in the case of the input device according to the invention has the following advantages in particular over conventional industrial input systems for machine control:

- The position of the "keys" (of a pressure point on the front plate) is not necessarily identical to the position of the sensors. It is therefore possible to produce any desired keyboard layouts simply by changing the printing on the front plate and the evaluation software, while the printed-circuit board remains unchanged. This makes it possible to

produce application-specific input systems inexpensively even in extremely small numbers.

- In its function as a keyboard, the front plate acting as a pressure-sensitive element is at least equal to other industrial input systems. There are no durability restrictions as there are in the case of membrane keyboards or membrane-covered short-stroke keyboards and no sealing problems as there are in the case of standard keyboards. Depending on the embodiment, the front plate is resistant to splash or spray water, thermally stable and durable and, in addition, is largely resistant to rough handling and attempted sabotage.
- In respect of costs, the front plate is competitive just as an input keyboard with other systems (membrane keyboard, short-stroke keyboard). In addition, however, it offers the function of a touch screen without additional costs.
- In its function as a touch screen, the front plate has clear system advantages over other solutions: by contrast with membrane-supported resistive or capacitive systems, it is scratch-resistant and does

not hinder viewing of the display. In comparison with infrared systems, the front plate is easier to fit, and there are no edges and projections detracting from the appearance of the device and making it more difficult to clean.

- As a combination of a touch screen and application-specific input keyboard, the front plate is the optimum tool for communication between machine and user. This combination is superior to other arrangements, such as for example keyboards or touch screens alone, or else keyboards combined with track balls, since, depending on the application and software, it provides the fastest, most flexible and most convenient possible operation of a machine.

An exemplary embodiment of the invention is also described with reference to the drawing, in which:

figure 1 shows a schematic sectional view through the input device according to the invention,

figure 2 shows a plan view of a printed-circuit board of an input device according to the invention,

figure 3 shows a diagram of the printed-circuit board of an input device according to the invention.

The keyless input device for machine control systems, arranged in a housing (not represented), comprises a pressure-sensitive front plate 1 made of a transparent material, a printed-circuit board 2 with a multiplicity of printed-on sensor zones 3 and also a layer 4 of an electrically conductive material, preferably foam, between the front plate 1 and the printed-circuit board 2. This layer 4 is arranged at a small distance from the printed-circuit board 2, forming an air gap 8. The sensor zones 3, formed by conductor tracks lying in pairs next to one another, are wired in the form of a two-dimensional matrix, as is shown in figure 3, and are connected via an analog/digital converter (not shown) and also a processor module to a computer.

A clearance 5, in which a display (not represented) is fitted, is formed both in the printed-circuit board 2 and in the foam layer 4. Arranged around the clearance 5 on the printed-circuit board 2 are two rows 6 and 7 of sensor zones 3.

When pressure is applied by a finger to the pressure-sensitive front plate 1, the latter is deformed slightly, whereby the foam layer 4 comes into contact with the sensor zones 3 and the printed-circuit board 2 and is compressed, so that the electrical resistance between the conductor tracks of the sensor zones 3 changes. This change in resistance is not only registered but is also localized with respect to the surface area of the front plate 1 divided into "command regions" and is used as a signal for controlling the machine. In this described configuration of the keyless input device, the pressure-sensitive front plate 1 may be divided - in comparison with conventional input devices - into two regions, that is a "key zone" over the region of the printed-circuit board 2 provided over its full surface area with sensor zones 3, and a touch screen over the clearance 5 in the printed-circuit board 2.

The invention is not restricted to the embodiment represented and described. It incorporates modifications familiar to a person skilled in the art. For example, the conductive material may be a membrane coated or impregnated with a conductive material. If a conductive material with great conductivity is used, a

dedicated conductive element is provided on the membrane for each sensor or for each sensor zone, or at least for each column of sensors, in that for example a conductive pattern which corresponds to the arrangement of the sensors on the printed-circuit board is printed onto the membrane. A thin layer of foam may also be provided on the non-conductive rear side of this membrane, in order to achieve a better distribution over the membrane of the pressure exerted on the front plate.



Patent claims

1. Input device for machine control systems which comprises a printed-circuit board (2) with sensor zones (3), over which there extends a layer (4) of an electrically conductive flexible material on which a transparent front plate (1) rests, in which arrangement a pressure acting on a region of the front plate causes changes in the electrical resistance of a multiplicity of sensor zones (3), characterized in that a clearance (5) in which a display is fitted is formed in the printed-circuit board (2) and in the layer (4), and in that at least one row (6, 7) of sensor zones (3) is arranged around the clearance in such a way that a pressure on the front plate (1) can be localized in the region of the clearance (5).
2. Input device according to claim 1, characterized in that the display is a flatbed screen.
3. Input device according to one of the preceding claims, characterized in that the sensor zones (3) of the printed-circuit board (2) comprise conductor tracks lying in pairs next to one another.

4. Input device according to one of the preceding claims, characterized in that the sensor zones (3) are arranged on the printed-circuit board (2) in the form of a matrix.
5. Input device according to one of the preceding claims, characterized in that the sensor zones (3) are wired independently of their position on the printed-circuit board (2) in the form of a two-dimensional matrix.
6. Input device according to one of the preceding claims, characterized in that the flexible electrically conductive material of the layer (4) is a foam.
7. Input device according to one of claims 1 to 5, characterized in that the flexible electrically conductive material of the layer (4) is a membrane coated or impregnated with a conductive material.
8. Input device according to claim 7, characterized in that the conductive material is applied to the membrane in a pattern which corresponds to the

arrangement of the sensor zones (3) on the printed-circuit board (2).

9. Device according to claim 7 or 8, characterized in that a thin layer of rubber is provided on the rear side of the membrane.

10. Input device according to one of the preceding claims, characterized in that the front plate (1) is movably mounted at its edge.

3 associated pages of drawings